

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: GRÖNINGER, Mark Alexander et al Conf.:  
Appl. No.: NEW Group:  
Filed: July 3, 2003 Examiner:  
For: AN INKJET PRINTHEAD, A METHOD OF  
CONTROLLING AN INKJET PRINTHEAD, AND AN  
INKJET PRINTER PROVIDED WITH SUCH A  
PRINTHEAD

L E T T E R

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

July 3, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
THE NETHERLANDS	1021015	July 5, 2002

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By   
Joseph A. Kolasch, #22,463

JAK/jaf  
0142-0415P

P.O. Box 747  
Falls Church, VA 22040-0747  
(703) 205-8000

Attachment(s)

2 of 1



Mw. M.M. Enhus

**UITTREKSEL**

De uitvinding betreft een werkwijze voor het aansturen van een inkjet printkop met een in hoofdzaak gesloten kanaal waarin zich ink bevindt, welk kanaal en uitstroomopening  
5 heeft voor de inkt, de werkwijze omvattend het actueren van een elektro-mechanische omvormer, waardoor de druk in het kanaal verandert zodanig dat een inktdruppel uit de uitstroomopening gestoten wordt, waarbij de druk een vervorming van de omvormer veroorzaakt, en het na afloop van het actueren meten van een elektrisch signaal  
10 opgewekt door de omvormer ten gevolge van de vervorming, waarbij een volgende actualisatie van de omvormer aangepast wordt aan het gemeten signaal.

(fig. 3)

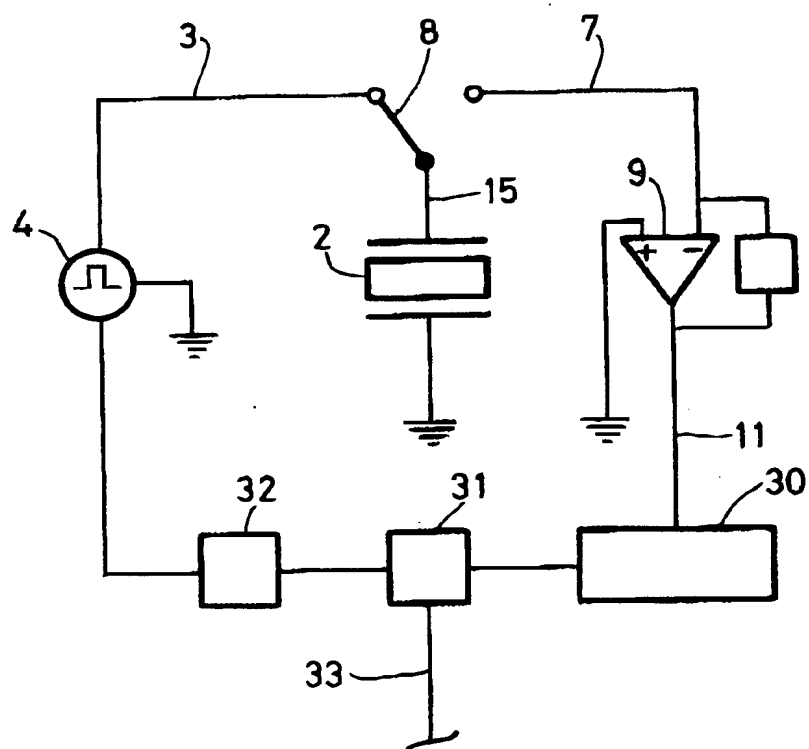


FIG. 3

Océ-Technologies B.V., te Venlo

**Werkwijze voor het aansturen van een inkjet printkop, een inkjetprintkop geschikt voor het toepassen van deze werkwijze en een inkjet printer voorzien van deze printkop**

De uitvinding betreft een werkwijze voor het aansturen van een inkjet printkop met een in hoofdzaak gesloten kanaal waarin zich inkt bevindt, welk kanaal een uitstroomopening heeft voor de inkt, omvattend het actueren van een elektro-mechanische omvormer, 10 waardoor de druk in het kanaal verandert zodanig dat een inktdruppel uit de uitstroomopening gestoten wordt, waarbij de druk een vervorming van de omvormer veroorzaakt, en het na afloop van het actueren meten van een elektrisch signaal opgewekt door de omvormer ten gevolge van de vervorming. De uitvinding betreft tevens een inkjet printkop die geschikt is om deze werkwijze toe te passen en een inkjet 15 printer die voorzien is van een dergelijke printkop.

Een dergelijke werkwijze is bekend uit de Europese octrooiaanvraag EP 1 013 453. Bij deze werkwijze wordt de elektro-mechanische omvormer, in dit specifieke geval een zogenaamde piëzo-elektrische omvormer, bekrachtigd door deze een pulsvormige 20 spanning of stroom op te leggen via een actuatiecircuit. Door deze bekrachtiging zet de omvormer uit in de richting van het kanaal. Hierdoor wordt de druk in het kanaal plotseling verhoogd. Door deze druktoename wordt er een druppel inkt uit de uitstroomopening gestoten. Nadat deze druppel het inktkanaal heeft verlaten zijn er echter nog resten van de oorspronkelijke drukgolf aanwezig omdat deze een tijd nodig 25 heeft om volledig te dempen. Deze "rest"-druk golf vervormt op zijn beurt de piëzo-elektrische omvormer. Hierdoor wekt deze omvormer een elektrisch signaal op, dat gemeten kan worden als stroom of spanning. Dit elektrisch signaal is afhankelijk van de toestand van het kanaal. Als er bijvoorbeeld een luchtbel in het kanaal aanwezig is zal de demping anders verlopen dan bij een volledig gevuld kanaal. Zo zal ook een fout in 30 het materiaal van de printkop rondom het kanaal, bijvoorbeeld het loslaten van een lijm laag tussen twee onderdelen, invloed hebben op dit elektrische signaal. Bij de bekende werkwijze nu, wordt de piëzo-elektrische omvormer na afloop van de actuatie geschakeld in een meetcircuit zodat het genoemde elektrische signaal gemeten kan worden. Door vergelijking met een referentiesignaal, dat wil zeggen het signaal dat 35 wordt gegenereerd door de omvormer van een als normaal gedefinieerd kanaal, kan

- vervolgens bepaald worden of het kanaal in een goede conditie verkeert of dat er juist een probleem is dat invloed kan hebben op de printkwaliteit. Wordt er een afwijking geconstateerd dan zal er een herstelactie worden uitgevoerd, bijvoorbeeld het spoelen van de kanalen met schone inkt. Door een exacte analyse van het signaal kan zelfs
- 5 worden vastgesteld welk specifiek probleem zich voordoet zodat er een op dit probleem gerichte herstelactie kan worden uitgevoerd. Op deze wijze kan een inktkanaal continu gecontroleerd worden op goed functioneren en hersteld worden als er zich een probleem voordoet. Hierdoor kan een blijvend goede printkwaliteit gerealiseerd worden.
- 10 De bekende werkwijze heeft echter een aantal belangrijke nadelen. Ten eerste zal een geconstateerde afwijking van het elektrisch signaal in de meeste gevallen leiden tot een herstelactie. Dit is vaak duur, omdat een dergelijke actie bijvoorbeeld het spoelen van de printkop met schone inkt betreft of zelfs het vervangen van de gehele printkop. Bovendien kost dit productiviteit omdat tijdens de herstelactie geen ontvangstmaterialen
- 15 bedrukt kunnen worden. Daarnaast heeft de bekende werkwijze problemen met het ondervangen van veranderingen die klein zijn of geleidelijk ontstaan maar die wel invloed hebben op de printkwaliteit. Zo kan bijvoorbeeld door veroudering de uitzettingscoëfficiënt van de piezo-elektrische omvormer langzaam veranderen. Tot een bepaalde drempelwaarde zal er bij de bekende werkwijze geen herstelactie
- 20 ondernomen worden terwijl er toch al een merkbare invloed op de printkwaliteit kan zijn. Dit nadeel treedt bijvoorbeeld ook op wanneer de printkop wordt voorzien van nieuwe inkt, dat wil zeggen inkt van een andere batch. Als deze inkt aanleiding zou geven tot een ander elektrisch signaal, hetgeen heel wel mogelijk is omdat de viscositeit van de inkt een belangrijke invloed heeft op het verloop van de druk in het kanaal, en deze
- 25 verandering is lager dan de drempelwaarde, dan wordt er geen actie ondernomen terwijl de printkwaliteit wel beïnvloed kan worden. Zou echter het gemeten signaal wel voldoende afwijken van het referentiesignaal dan heeft een herstelactie in beginsel geen zin omdat spoelen met de inkt niet zal leiden tot een andere inkt in het kanaal. Bij de bekende werkwijze kan dit probleem worden ondervangen door de printer,
- 30 bijvoorbeeld in de printkop, te voorzien van sensoren om allerlei grootheden die van belang zijn voor de drukopbouw in het inktkanaal, zoals bovengenoemde inktviscositeit, te meten. Afhankelijk van de gemeten waarde voor een of meer van deze grootheden kan er dan voor een ander referentiesignaal gekozen worden. Dit heeft echter als nadeel dat er sensoren moeten worden ingebouwd in de inkjet printer. Sensoren zijn
- 35 echter duur en lang niet altijd makkelijk te implementeren. Bovendien is het aantal

sensoren dat toegepast kan worden beperkt, simpelweg omdat de plaats vaak ontbreekt voor een groot aantal sensoren. Aldus worden meestal alleen sensoren geplaatst om de temperatuur van de printkop te meten, de druk in het inktkanaal en het niveau van de inkt in een inktreservoir dat verbonden is met het inktkanaal. Omdat er veel meer  
5 grootheden zijn die invloed hebben op de drukopbouw in een kanaal als gevolg van actuatie van de omvormer geeft deze bekende werkwijze slechts een beperkte oplossing van bovenbeschreven probleem.

Doel van de uitvinding is om aan bovenstaande problemen tegemoet te komen. Hiertoe  
10 is een werkwijze uitgevonden volgens de aanhef van conclusie 1, daardoor gekenmerkt dat een volgende actuatie van de omvormer aangepast wordt aan het gemeten signaal. Bij deze werkwijze wordt onderkend dat een bepaalde afwijking in het kanaal van invloed is op de actuatie die volgt op het ontstaan van de afwijking en mogelijk dus, op het druppeluitstootproces. Bij de werkwijze volgens de uitvinding wordt deze invloed  
15 gecompenseerd door de actuatie aan te passen aan deze afwijking. Deze afwijking is bekend omdat deze zich uit in het gemeten signaal.

Is er bijvoorbeeld een afwijking opgetreden die aanleiding geeft tot een hogere druk in het kanaal, dan zou de actuatie aangepast kunnen worden door een lagere spanningspuls op te leggen. Op deze wijze is het netto effect, bijvoorbeeld het bereiken  
20 van een bepaalde druk, toch hetzelfde. De werkwijze volgens de huidige uitvinding impliceert dat het bekend is hoe een bepaalde afwijking zich manifesteert in het gemeten signaal. In EP 1 013 453 is een aantal voorbeelden gegeven van afwijkingen die zich manifesteren door een typische verandering van het gemeten signaal. Op dezelfde wijze kan door eenvoudige experimenten worden nagegaan hoe kleine  
25 afwijkingen zich manifesteren. Zo kan bijvoorbeeld bij een normaal functionerend kanaal de invloed van de druk in het kanaal, of de viscositeit van de inkt, of de temperatuur van de kop etc. op het signaal worden bepaald door deze parameter met kleine stapjes te wijzigen en de invloed hiervan op het gemeten signaal vast te leggen. Door deze informatie in een model te verwerken kan in een functionerende printer te allen tijde  
30 worden afgeleid welke afwijking ten grondslag ligt aan een verandering van het gemeten signaal. Of een dergelijke afwijking volledig gecompenseerd kan worden door de actuatie aan te passen hangt af van de aard van de afwijking.

Door gebruik te maken van de werkwijze volgens de huidige uitvinding hoeft er lang niet  
35 altijd een herstelactie uitgevoerd te worden wanneer er een afwijking wordt

geconstateerd. In veel gevallen zal het zo zijn dat de afwijking gecompenseerd kan worden door de actuatie aan te passen aan deze afwijking. Dit bespaart niet alleen kosten, maar verhoogt tevens de productiviteit van de printer. Ook is het zo dat de printkwaliteit verbeterd wordt omdat kleine afwijkingen, die bij de bekende werkwijze nog niet tot een herstelactie zouden leiden maar wel al kleine printafwijkingen tot gevolg hebben, eenvoudig gecompenseerd kunnen worden. Wanneer de printkop bijvoorbeeld wordt voorzien van nieuwe inkt kan de actuatie eenvoudig worden aangepast aan deze inkt zodat er geen merkbare printartefacten optreden als gevolg van andere eigenschappen van deze inkt. Herstelacties zijn in dit geval overbodig geworden. Ook andere veranderingen die van invloed zijn op het druppeluitstootproces kunnen eenvoudig geconstateerd worden omdat al deze veranderingen terugkomen in het elektrisch signaal dat de omvormer genereert na afloop van een vorige actuatie. Veranderingen in temperatuur, onderdruk in de printkop, uitzettingscoëfficiënt van de omvormer etc. hebben hun invloed op het gemeten signaal zodat hiervoor gecompenseerd kan worden. Hierdoor is er niet langer een noodzaak om de printkop te voorzien van allerlei sensoren om deze, en eventueel andere, grootheden te meten. Simpelweg omdat veranderingen van deze grootheden zich manifesteren in een verandering van het gemeten signaal, kan met dergelijke veranderingen rekening worden gehouden bij het bepalen van de uiteindelijke actuatiepuls.

20

In een uitvoeringsvorm is de volgende actuatie gelijk aan een standaardactuatie indien het gemeten elektrisch signaal voldoet aan een vooraf bepaalde norm. Deze uitvoeringsvorm van de werkwijze volgens de uitvinding is voordelig omdat zeer kleine schommelingen in het elektrisch signaal zich vaak voordoen zonder dat dit een merkbaar effect heeft op de uiteindelijke printkwaliteit. Zou er voor elke afwijking een aangepaste actuatie moeten worden bepaald dan zou dit een te grote aanslag op de beschikbare rekentijd in een processor van de printer vergen. Om hieraan tegemoet te komen kan er een norm gedefinieerd worden waarbinnen afwijkingen zijn toegestaan zonder dat dit leidt tot een aanpassing van de actuatie. Deze norm is bijvoorbeeld afhankelijk van de wensen van de gebruiker en/of het toepassingsgebied van de werkwijze. Wordt de werkwijze bijvoorbeeld gebruikt in een gebied waar zeer hoge eisen gesteld worden aan de printkwaliteit dan zal de norm anders zijn dan wanneer bepaalde zichtbare printartefacten nog getolereerd worden.

35 In een andere uitvoeringsvorm kan door analyse van het gemeten signaal een waard



- bepaald worden voor de elektromechanische uitzettingscoëfficiënt van de omvormer, en/of een onderdruk in het inktkanaal, en/of het inktniveau in een inktreservoir dat verbonden is met het inktkanaal, en/of de viscositeit van de inkt, en/of de temperatuur van de inkt, en/of de temperatuur van de omvormer. In deze uitvoeringsvorm wordt niet
- 5 alleen een afwijking gecompenseerd door de actuatie aan te passen aan deze afwijking, maar wordt bovendien een waarde bepaald van een of meer van bovengenoemde grootheden. In een aantal gevallen namelijk is het gunstig dat van bepaalde grootheden de waarde vastgesteld wordt omdat dit relevante informatie kan zijn voor een adequaat gebruik van de printer. Deze grootheden kunnen worden bepaald door het meten van
- 10 het elektrisch signaal omdat al deze grootheden dit signaal beïnvloeden.
- Als bijvoorbeeld bij een servicebeurt blijkt dat de uitzettingscoëfficiënt (uitzetting in meters per volt actuatiespanning) van een groot aantal omvormers beneden een bepaalde waarde is gekomen dan zou het verstandig kunnen zijn om de hele printkop te vervangen, zelfs al heeft deze afwijkende uitzettingscoëfficiënt nog geen invloed op het
- 15 druppeluitstootproces (de afwijking kan immers gecompenseerd worden door toepassing van de werkwijze volgens de huidige uitvinding). Vervanging zou bijvoorbeeld voordelig kunnen zijn als een dergelijke afwijking wijst op een algehele veroudering van de printkop die snel gevolgd zal worden door een spoedig uitvallen van de hele printkop. Om te voorkomen dat de servicemonteur hiervoor binnen korte tijd moet terugkomen
- 20 zou hij kunnen besluiten om de hele printkop preventief te vervangen.
- Op dezelfde manier zou een bepaalde afwijking van de (onder)druk in de printkop kunnen duiden op afwijkingen in het onderdrukstelsel, bijvoorbeeld het poreus worden van inkttoevoerslangen of vacuumslangen. Doordat de waarde van de afwijking bepaald is kan beoordeeld worden of onderhoud aan het onderdrukstelsel nodig is.
- 25 De hoogte van het inktniveau in een inktreservoir dat is verbonden (*in fluid communication*) met het inktkanaal zou gebruikt kunnen worden om te bepalen wanneer dit reservoir bijgevuld zou moeten worden. De reden dat deze hoogte bepaald kan worden is omdat de drukgolven in het kanaal zich, afhankelijk van de geometrie van de printkop, uitbreiden tot in het inktreservoir en daar terugkaatsen tegen het inktoppervlak.
- 30 Dit effect uit zich in het gemeten signaal zodat een waarde voor het inktniveau in het reservoir bepaald kan worden.
- Ook bij afwijkingen van de inktviscositeit (of veelal: de viscositeit bij een bepaalde temperatuur, c.q. het temperatuursafhankelijke verloop van de viscositeit), ook al kunnen deze nog gecompenseerd worden door toepassing van de werkwijze volgens
- 35 de uitvinding, kan de absolute waarde van de viscositeit belangrijke informatie

opleveren. Zo kan een afwijkende viscositeit duiden op een verkeerde inkt die wellicht bij langdurig gebruik tot onherstelbare problemen zal leiden, zoals verstopping van de kanalen of het losraken van lijmverbindingen in de printkop. Door een tijdige detectie hiervan kan de verkeerde inkt alsnog worden vervangen door de goede. Het bepalen van de viscositeit zou ook gebruikt kunnen worden om de temperatuur van de inkt gedurende een stand-by periode juist voldoende hoog te houden zodat de inkt nog net vloeibaar is. Dit voorkomt een verspilling van energie zonder dat de opstarttijd vanuit stand-by lang vertraagd wordt.

Het meten van de actuele temperatuur van de inkt of de omvormer is van belang omdat het hele druppeluitstootproces afhankelijk kan zijn van deze grootheden. De temperatuur van de inkt is namelijk van groot belang voor de fysische eigenschappen van de inkt, in het bijzonder de inktviscositeit. De temperatuur van de omvormer is van belang voor de eigenschappen van deze omvormer, in het bijzonder voor de uitzetting van deze omvormer als functie van de spanning.

15

De uitvinding zal nu verder worden toegelicht aan de hand van onderstaande voorbeelden.

Fig. 1 geeft schematisch een inkjetprinter weer.

20 Fig. 2 geeft schematisch een onderdeel van de inkjet printkop weer.

Fig. 3 is een schematische afbeelding van een elektrisch circuit geschikt voor toepassing van de werkwijze volgens de huidige uitvinding.

Fig. 4 geeft een aantal actuatiepulsen en het gemeten elektrisch signaal in respons hierop van piëzo-elektrische omvormer weer.

25 Fig. 5 geeft schematisch een elektrisch signaal zoals gemeten bij een afwijking in een inktkanaal en de actuatiepuls om deze afwijking te compenseren.

### **Figuur 1**

30 In figuur 1 is een inkjet printer schematisch afgebeeld. In deze uitvoeringsvorm omvat de printer een rol 10 teneinde een ontvangend medium 12 te ondersteunen en langs de vier printkoppen 16 te voeren. De rol 10 is draaibaar rond zijn as zoals door de pijl A is aangegeven. Een wagen 14 draagt de vier printkoppen 16, één voor elk van de kleuren cyaan, magenta, geel en zwart, en kan heen en weer bewogen worden in en richting  
35 die aang gegeven is door de dubbele pijl B, parallel aan de rol 10. Op deze wijze kunnen

de printkoppen 16 het ontvangend medium 12 aftasten. De wagen 14 wordt geleid over roeden 18 en 20 en wordt aangedreven door hiervoor geschikte middelen (niet afgebeeld).

In de uitvoeringsvorm zoals weergegeven in de figuur omvat elke printkop 16 acht  
 5 inktkanalen, ieder met hun eigen uitstroomopening 22, welke een denkbeeldige lijn vormen loodrecht op de as van de rol 10. In een praktische uitvoering van een drukinrichting is het aantal inktkanalen per printkop 16 vele malen groter. Elk inktkanaal is voorzien van een piëzo-elektrische omvormer (niet afgebeeld) en bijbehorend  
 10 actuatie- en meetcircuit (niet afgebeeld) zoals beschreven bij de figuren 2 en 3. Tevens bevat elk van de printkoppen een regeleenheid voor het aanpassen van de actuatiepulsen. Op deze wijze vormen inktkanaal, omvormer, actuatiecircuit, meetcircuit en regeleenheid een systeem dat dient om inktdruppels uit te stoten in de richting van de rol 10. Het is overigens niet essentieel dat de regeleenheid en/of bijvoorbeeld alle  
 15 elementen van het actuatie- en meetcircuit fysiek in de eigenlijke printkoppen 16 zijn ingebouwd. Het is ook mogelijk dat deze delen bijvoorbeeld in de wagen 14 of zelfs een verder afgelegen onderdeel van de printer zijn geplaatst, waarbij er verbindingen zijn met componenten in de printkoppen 16 zelf. Op deze wijze vormen deze delen toch een functioneel onderdeel van de printkoppen zonder daadwerkelijk fysiek in de printkoppen te zijn ingebouwd. Worden de omvormers beeldgewijs bekrachtigd dan ontstaat een  
 20 afbeelding, opgebouwd uit individuele inktdruppels, op het ontvangend medium 12.

### ***Figuur 2***

In figuur 2 is een inktkanaal 5 voorzien van een elektro-mechanische omvormer 2, in dit  
 25 voorbeeld een piëzo-elektrische omvormer, weergegeven. Inktkanaal 5 wordt gevormd door een groef in grondplaat 1 en wordt aan de bovenzijde hoofdzakelijk begrensd door de piëzo-elektrische omvormer 2. Inktkanaal 5 gaat aan het uiteinde over in een uitstroomopening 22 welke opening gevormd wordt door een nozzle-plaat 6 waarin een uitsparing ter plaatse van het kanaal gemaakt is. Wanneer door een pulsopwekker 4 via  
 30 het actuatiecircuit 3 een puls wordt aangelegd over omvormer 2, buigt deze omvormer in de richting van het kanaal. Hierdoor wordt de druk in het kanaal plotseling verhoogd waardoor een inktdruppel uit de uitstroomopening 22 wordt gestoten. Na afloop van de druppeluitstoot is er nog een drukgolf aanwezig in het kanaal die na verloop van tijd  
 35 uitdempt. Deze golf resulteert op zijn beurt in een vervorming van de omvormer 2 die hierop een elektrisch signaal genereert. Dit signaal is afhankelijk van alle parameters

die het ontstaan van de drukgolf en de demping van deze golf beïnvloeden. Op deze wijze kan door het meten van dit signaal informatie over deze parameters verkregen worden. Deze informatie op zijn beurt kan gebruikt worden om het printproces, en in het bijzonder de volgende actuatie of actuaties, aan te passen.

5

### **Figuur 3**

Figuur 3 geeft een blokschema van de piëzo-elektrische omvormer 2, het actuatiecircuit (elementen 3, 8, 15, 2 en 4), het meetcircuit (elementen 2, 15, 8, 7, en 9) en  
 10 regeleenheid 31 in een voorkeursuitvoering weer. Het actuatiecircuit, voorzien van pulsopwekker 4, en het meetcircuit, voorzien van versterker 9, zijn via een gezamenlijke leiding 15 op omvormer 2 aangesloten. De kringlopen worden onderbroken en gesloten door wisselschakelaar 8. Nadat door de pulsopwekker 4 een puls is aangelegd over omvormer 2, wordt dit element 2 op zijn beurt vervormd door de  
 15 resulterende drukgolf in het inktkanaal. Deze vervorming wordt door omvormer 2 in een elektrisch signaal omgezet. Na afloop van de eigenlijk actuatie van de omvormer wordt wisselschakelaar 8 omgezet zodat het actuatiecircuit onderbroken is en het meetcircuit gesloten. Het elektrisch signaal dat opgewekt wordt door de omvormer wordt opgevangen door versterker 9 via leiding 7. In deze uitvoeringsvorm wordt de hiermee  
 20 gepaard gaande spanning via leiding 11 gevoed aan A/D-converter 30 welke het signaal aanbiedt aan regeleenheid 31. Hier vindt analyse van het gemeten signaal plaats. Indien nodig wordt een signaal afgegeven aan pulsopwekker 4 via D/A-converter 32 zodat een volgende actuatiepuls aangepast kan worden. Regeleenheid 31 staat in verbinding met een centrale processor van de printer (niet afgebeeld) via leiding 33. Op  
 25 deze wijze kan informatie met de rest van de printer en/of de buitenwereld worden uitgewisseld.

### **Figuur 4**

30 Figuur 4 is een schematische weergave van een aantal actuatiepulsen voor een inktkanaal (figuur 4a) en de hieruit voortkomende drukverandering in dit inktkanaal (figuur 4b).

In figuur 4a is de opgelegde spanning  $V$  (in arbitraire eenheden) uitgezet tegen de tijd  $t$  (in arbitraire eenheden). Aangegeven is een actuatiepuls 50 in de vorm van een  
 35 blokspanning, welke puls is gericht op het bereiken van een bepaalde druk in het kanaal

op een bepaald moment, zodat een juiste druppel inkt op het goede moment wordt uitgestoten. Zodra de actuatiepuls is afgelopen begint tijdsperiode A waarin de omvormer niet meer wordt geactueerd (aangegeven door 60) maar juist de respons van deze actuatie wordt gemeten door de piëzo-elektrische omvormer als sensor voor deze  
 5 respons te gebruiken (zoals uitgelegd bij figuur 3). Na afloop van deze periode A volgt een actuatie 51, die gericht is op een volgende druppeluitstoot. In deze uitvoeringsvorm wordt na afloop van deze actuatie meetperiode B gestart om de respons van actuatie 51 te meten.

10 In figuur 4b is afgebeeld welk effect de bovenbeschreven actuatiepulsen hebben op de druk in het betreffende inktkanaal. Hiertoe is de druk  $P_f$  (arbitraire eenheden) uitgezet tegen de tijd  $t$  (arbitraire eenheden). De druk  $P_f$  is een fictieve druk. De druk zelf kan namelijk niet direct gemeten worden. De omvormer genereert een elektrisch signaal, bijvoorbeeld een spanning, welke direct gerelateerd is aan de druk. Deze spanning  
 15 wordt gelijkgesteld aan de fictieve druk  $P_f$  in het kanaal in arbitraire eenheden. Deze druk wordt gemeten in de periodes A en B, meetperiodes die volgen onmiddellijk op de actuatie van de omvormer. Vlak na het begin van de periode A is de druk  $P_f$  in het kanaal bijna maximaal zoals aangegeven met curve 70. Onder andere in afhankelijkheid van de geometrie van het inktkanaal zal er rond het bereiken van deze maximale druk  
 20 een druppel inkt uit de uitstroomopening van het kanaal worden gestoten. Hierna daalt de druk zoals is aangegeven. Na afloop van de gehele periode A is de druk vrijwel gedempt tot de uitgangswaarde. Het kanaal is dan in een toestand gekomen die geschikt is om een volgende druppeluitstoot te genereren. Omdat er geen afwijkingen zijn leidt de volgende actuatie 51 tot een zelfde drukverloop hetgeen is weergegeven  
 25 door curve 71.

### ***Figuur 5***

In figuur 5 is een afwijkende drukverandering (figuur 5a) en een actuatiepuls die  
 30 aangepast is om een dergelijke afwijkende drukverandering te compenseren (figuur 5b) weergegeven.

In figuur 5a is analoog aan figuur 4b een drukverandering in een inktkanaal weergegeven als gevolg van een opgelegde actuatiepuls voorafgaande aan de meetperiode A. In dit geval leidt de puls tot een drukverloop 72 dat slechts zeer traag  
 35 dempt. De oorzaak hiervan kan bijvoorbeeld veroudering van het materiaal van de

printkop zijn. Een dergelijk verloop betekent dat aan het einde van periode A de druk nog dusdanig hoog is dat deze het effect van een volgende actuatiepuls merkbaar zal verstoren. Dit is aangegeven door curve 73, hetgeen de drukverandering is indien een volgende actuatiepuls wordt gegeven die gelijk is aan puls 51 van figuur 4a. Dez  
5 drukverandering is dusdanig dat de maximaal bereikte druk veel hoger is dan gewenst waardoor bijvoorbeeld een veel te grote druppel inkt uit de uitstroomopening wordt gestoten.

Om een dergelijke drukverandering te voorkomen kan de puls aangepast worden zoals  
10 beschreven bij figuur 3. In dit geval zou dit bijvoorbeeld kunnen leiden tot een actuatiepuls zoals weergegeven in figuur 5b. Deze actuatiepuls 51' is aangepast aan het gemeten signaal. De aangepaste puls begint met een lagere spanning en loopt in twee stappen langzaam op. Deze blokspanning zal ook in het geval van de aanwezige afwijking leiden tot een maximale druk die gelijk is aan die volgens curve 71 van figuur  
15 4b. In dit bijzondere geval leidt de aangepaste puls zelfs tot een drukverloop zoals aangegeven in figuur 4b zodat er in het geheel geen invloed is te bemerken van de aanwezige afwijking.

## CONCLUSIES

1 Werkwijze voor het aansturen van een inkjet printkop met een in hoofdzaak gesloten kanaal waarin zich ink bevindt, welk kanaal een uitstroomopening heeft voor de inkt,

5   omvattend:

- het actueren van een elektro-mechanische omvormer, waardoor de druk in het kanaal verandert zodanig dat een inktdruppel uit de uitstroomopening gestoten wordt, waarbij de druk een vervorming van de omvormer veroorzaakt,
- 10 - het na afloop van het actueren meten van een elektrisch signaal opgewekt door de omvormer ten gevolge van de vervorming,

met het kenmerk dat

- 15 - een volgende actuatie van de omvormer aangepast wordt aan het gemeten signaal.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk dat de volgende actuatie gelijk is aan een standaardactuatie indien het gemeten elektrisch signaal voldoet aan een vooraf bepaalde norm.

20

3. Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk dat door analyse van het gemeten signaal een waarde bepaald kan worden voor de elektromechanische uitzettingscoëfficiënt van de omvormer, en/of een onderdruk in het inktkanaal, en/of het inktniveau in een inktreservoir dat verbonden is met het inktkanaal, en/of de viscositeit van de inkt, en/of de temperatuur van de inkt, en/of de temperatuur van de omvormer.

25

4. Inkjet printkop met een in hoofdzaak gesloten inktkanaal voor het houden van inkt, welk kanaal een uitstroomopening heeft voor de inkt, waarbij de printkop verder omvat:

30

- een actuatiecircuit voor het actueren van een elektro-mechanische omvormer, zodanig dat de druk in het kanaal verandert waarop een inktdruppel uit de uitstroomopening gestoten kan worden, waarbij de drukverandering een vervorming van de omvormer veroorzaakt,

35

- een meetcircuit voor het na afloop van het actueren meten van een elektrisch signaal

opgewekt door de omvormer ten gevolge van de vervorming,

met het kenmerk dat

- 5 - de printkop een regeleenheid omvat om een volgende actuatie van de omvormer aan te passen aan het gemeten signaal.

5. Inkjet printer voorzien van een printkop volgens conclusie 4.



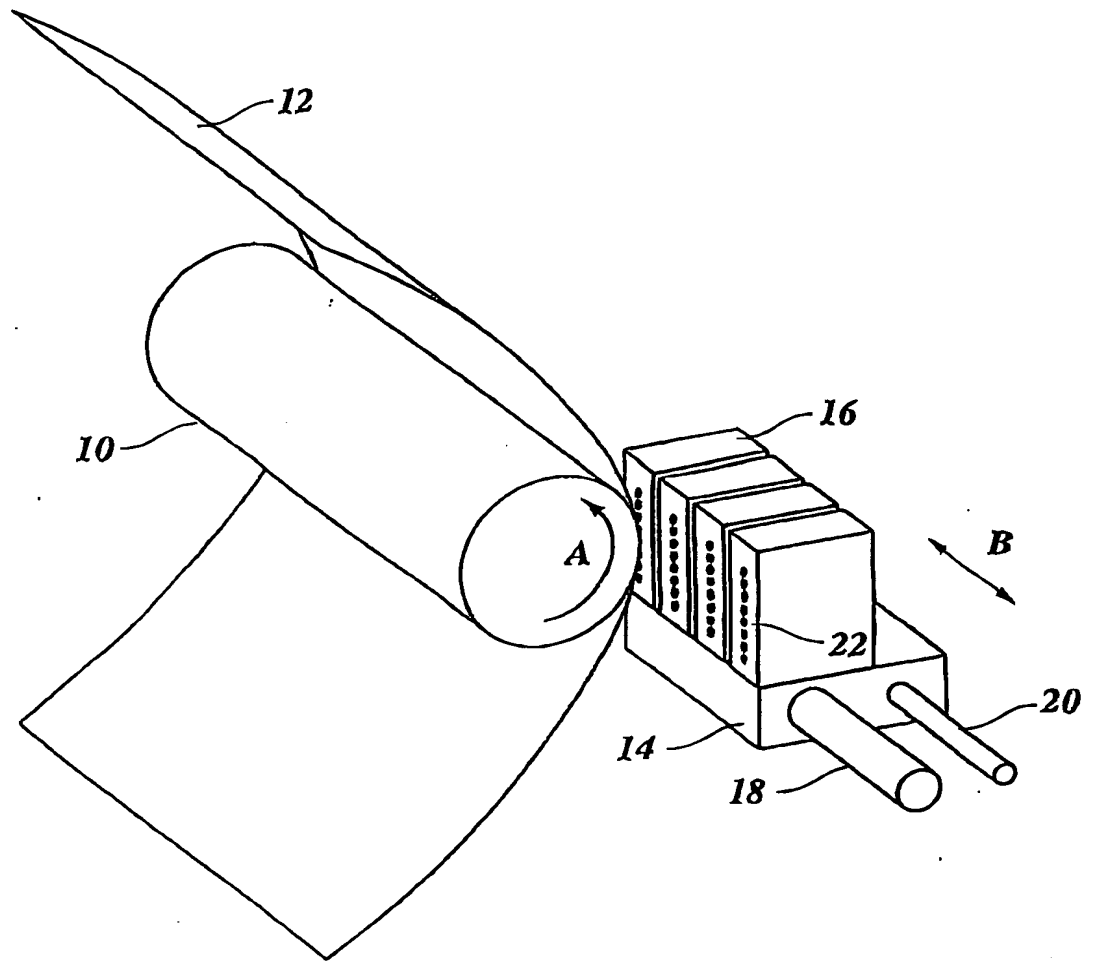


FIG. 1

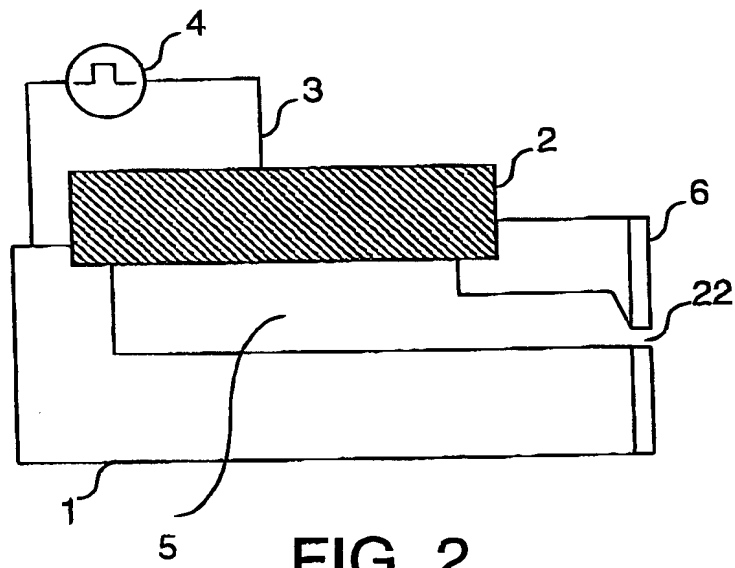


FIG. 2

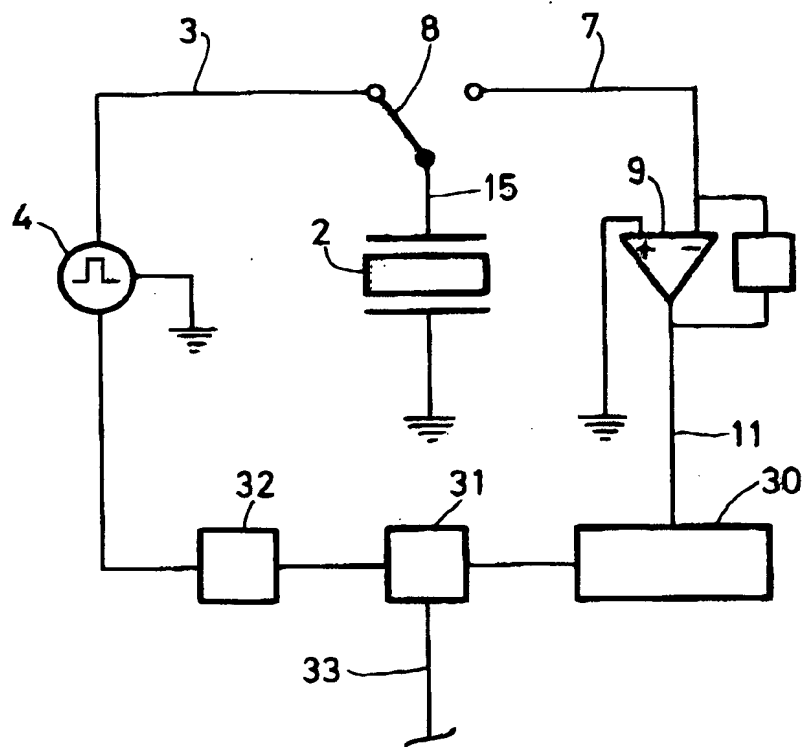


FIG. 3

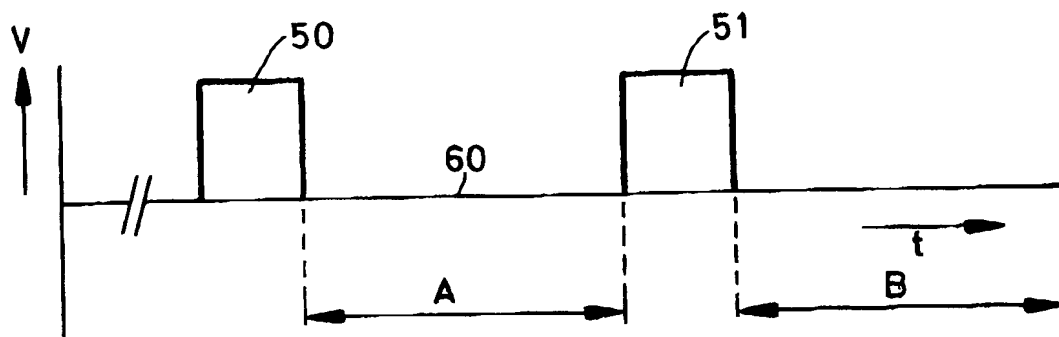


FIG. 4A

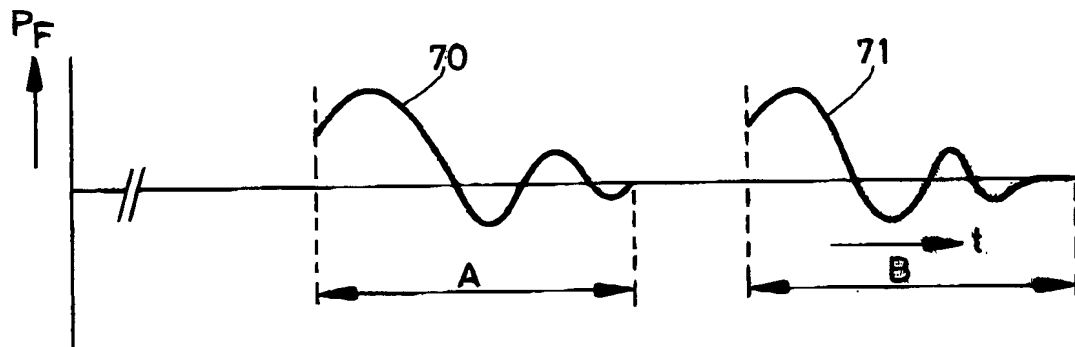


FIG. 4B

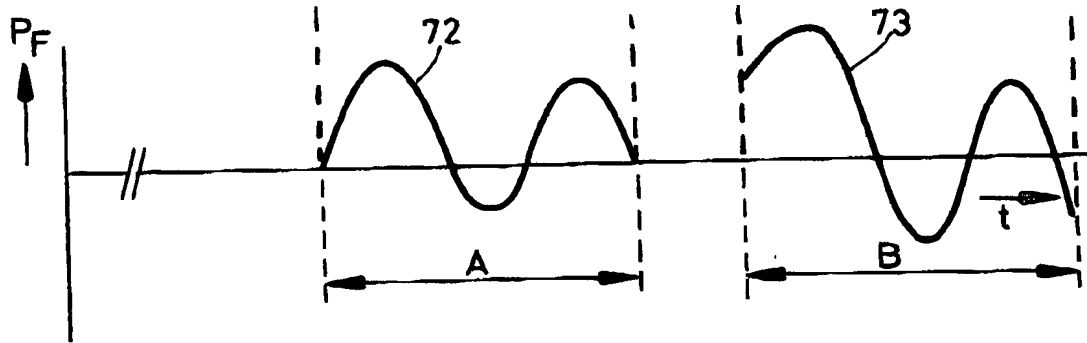


FIG. 5A

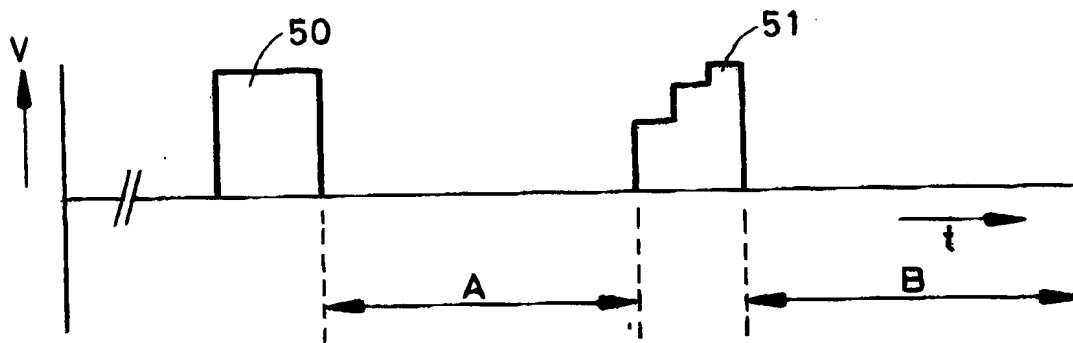


FIG. 5B